



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 41 05 657 C 2**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 32 B 7/02**  
B 32 B 15/08  
B 32 B 27/28  
C 08 J 5/16

②1 Aktenzeichen: P 41 05 657.4-16  
②2 Anmeldetag: 22. 2. 91  
④3 Offenlegungstag: 29. 8. 91  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 9. 3. 95

DE 41 05 657 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
27.02.90 JP 2-046870

⑦3 Patentinhaber:  
Daido Metal Co. Ltd., Nagoya, JP

⑦4 Vertreter:  
Kraus, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Weisert, A.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 80539 München; Spies, J.,  
Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 81545 München; Nielsen,  
F., Dr., Rechtsanw., 80539 München

⑦2 Erfinder:  
Tanaka, Tadashi, Konan, JP; Tamura, Hidehiko, Ama,  
JP; Uenaka, Kiyohide, Nagoya, JP; Hakakoshi,  
Shigemasa, Niwa, JP

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	37 28 273 A1
DE	33 43 697 A1
DE	32 29 667 A1
US	47 40 340
JP	39-16 950

⑤4 Gleit- bzw. Schiebematerial und Verfahren zu seiner Herstellung

DE 41 05 657 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Gleit- bzw. Schiebematerial mit ausgezeichneten Reibungs- und Verschleißeigenschaften und ein Verfahren zur Herstellung dieses Materials.

Die hierin verwendete Bezeichnung "Gleit- bzw. Schiebematerial" soll Konstruktionen mit Einschluß von Gleitlagern oder Lagermaterialien oder selbstschmierende Materialien bezeichnen, die als Antireibungsmaterialien für die Herstellung von Gleit- bzw. Schiebeelementen, wie Lagerschalen, Gleitschuhen, Gleitplatten und zur Herstellung von Gleit- bzw. Schiebeelementen, die in Kupplungen, Bremsen etc. verwendet werden und von Kollektoren geeignet sind.

Die hierin verwendete Bezeichnung "Gleitlager oder Lagermaterial oder selbstschmierendes Material" soll ein Stützmetall bzw. eine Metallunterlage einschließen, an das bzw. die eine Schicht aus einer porösen Bronze gebunden ist, die eine Matrix darstellt, in der die poröse Bronze an mindestens ihrer freigelegten Oberfläche und daran angrenzend mit einem Gemisch aus PTFE und Blei, etc. imprägniert ist.

Herkömmliche Gleit- bzw. Schiebematerialien und Verfahren zu ihrer Herstellung sind beispielsweise in den folgenden bekanntgemachten und offengelegten japanischen Patentanmeldungen bzw. Patentschriften (1), (2) und (3) beschrieben. Darin werden Gleit- bzw. Schiebematerialien beschrieben, die ein Stützmetall bzw. eine Metallunterlage umfassen, das bzw. die auf ihrer Oberfläche eine darauf gebildete poröse Metallschicht aufweist. In dieser porösen Metallschicht sind Poren definiert bzw. vorhanden. Die Poren und ihre Oberfläche sind mit Imprägnierungsbeschichtungsmassen imprägniert und beschichtet, welche in den Druckschriften (1), (2) und (3) beschrieben werden

1) Die japanische Patentschrift Nr. 39-16 950 (Kokoku) beschreibt eine Imprägnierungsbeschichtungsmasse aus (in Volumenprozent ausgedrückt) beispielsweise PTFE-20Pb oder PTFE-20PbO (PTFE: Polytetrafluorethylen).

2) Die japanische Patentschrift Nr. 61-52 322 (Kokoku) beschreibt eine Imprägnierungsbeschichtungsmasse aus (in Volumenprozent ausgedrückt) beispielsweise PTFE-20PFA (PFA: Tetrafluorethylenperfluoralkylvinylether-Copolymeres).

3) Die japanische Offenlegungsschrift Nr. 59-1 03 022 (Kokai) beschreibt eine Imprägnierungsbeschichtungsmasse aus (in Volumenprozent ausgedrückt) beispielsweise PTFE-10PFA-20Pb.

In diesem Zusammenhang ist die obige Druckschrift (1) zu beachten, die ein grobes Bleipulver mit 300 B.S.S mesh als Bleimetall beschreibt (Zeilen 21 und 22 der rechten Spalte der Seite 1). Dieser Druckschrift zufolge wird ein Bleipulver mit einer sehr kleinen spezifischen Oberfläche von  $500 \text{ cm}^2/\text{g}$  verwendet. Auch das gemäß den Druckschriften (2) und (3) verwendete Bleipulver entspricht angesichts des technischen Niveaus zu dieser Zeit dem Bleipulver, das gemäß der Druckschrift (1) verwendet wird. Weiterhin werden in den oben genannten Druckschriften zum Stand der Technik (2) und (3) verschiedene Arten von schmelzbaren Fluorkohlenstoffharzen beschrieben.

Gleit- bzw. Schiebematerialien, die gemäß den Technologien der Druckschriften (1), (2) und (3) unter Verwendung eines sehr groben Bleipulvers, d. h. einem Bleipulver mit einer sehr kleinen spezifischen Oberfläche, und unter Verwendung von verschiedenen Arten von schmelzbaren Fluorkohlenstoffharzen hergestellt worden sind, genüge nicht den Anforderungen hinsichtlich der Reibung und der Verschleißbeständigkeit, wenn das Gleit- bzw. Schiebematerial im trockenen Zustand gleitet und den Verschleiß- und Kavitationsbeständigkeitseigenschaften, wenn das Material bei einer Grenzschmierung oder Halbtrockenschmierung gleitet.

Die DE 33 43 697 A1 beschreibt ein Gleit- und Lagermaterial, das aus einer Metallunterlage, einer an die Metallunterlage gebundenen Zwischenschicht, einer an die Zwischenschicht gebundenen porösen Metallschicht und einer Substanz besteht, mit der die poröse Schicht imprägniert oder beschichtet ist, und wobei die Substanz aus den folgenden Gemischen (A), (B) und (C) ausgewählt wird:

(A) einem ersten Gemisch, welches im wesentlichen aus 0,1 bis 50 Vol.-% von mindestens einer Masse, ausgewählt aus der Gruppe BTFE, PVDF, PCTFE und EPE besteht, und wobei der Rest im wesentlichen PTFE ist;

(B) einem zweiten Gemisch, welches im wesentlichen aus 0,1 bis 50 Vol.-% von insgesamt mindestens zwei Massen aus der Gruppe FEP, PFA, ETFE, PVDF, PCTFE und EPE besteht, und wobei der Rest im wesentlichen PTFE ist; und

(C) einem dritten Gemisch, welches im wesentlichen aus 0,1 bis 50 Vol.-% von mindestens einer Masse aus der Gruppe FEP, PFA, ETFE, PVDF, PCTFE und EPE besteht; 0,1 bis 35 Vol.-% von mindestens einer Masse aus der Gruppe feste Schmiermittel, wie metallische Schmiermittel mit niedrigem Schmelzpunkt, wie Pb, Sn oder ihre Legierungen, Metalloxide, Metallsulfide, Metallfluoride, Graphit oder dergleichen, faserförmige Materialien, wie Kohlenstoffasern und Keramika, wie SiC; und im Rest im wesentlichen aus PTFE besteht, wobei die Gesamtmenge der Gehalte der Massen, ausgenommen PTFE, im Bereich von 0,2 bis 70 Vol.-% liegt.

Die DE 33 43 697 A1 enthält jedoch keine Angaben über die Teilchengröße des festen Schmiermittels und insbesondere keine Angaben über die kritische Bedeutung der Verwendung eines Bleimetalls mit einer spezifischen Oberfläche von 1000 bis  $8500 \text{ cm}^2/\text{g}$ , die zu einer überraschenden Verbesserung der technologischen Eigenschaften von Gleit- bzw. Schiebematerialien hinsichtlich des Ausmaßes an Verschleiß und des Reibungskoeffizienten führt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die oben erwähnten Nachteile des Standes der Technik zu überwinden

und unter Festlegung der Größe des Bleipulvers ein Gleit- bzw. Schiebematerial bereitzustellen, das den obigen Anforderungen genügt. Dabei sollen die unterschiedlichen Eigenschaften der gesonderten herkömmlichen Erfindungen in einem einzigen Material realisiert werden.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch die nachfolgenden Gleit- bzw. Schiebematerialien und Herstellungsverfahren (1) bis (4) gelöst.

1) Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird ein Gleit- bzw. Schiebematerial bereitgestellt, das ein Stützmetall bzw. eine Metallunterlage aufweist, in dem bzw. der auf der Oberfläche eine poröse Metallschicht mit Poren gebildet ist, wobei die Poren und ihre Oberfläche mit der folgenden Imprägnierungsbeschichtungsmasse (a) imprägniert und beschichtet sind.

Die Imprägnierungsbeschichtungsmasse besteht aus:

a) 0,5 bis 30 Vol.-% mindestens eines Materials ausgewählt aus einer Gruppe A (schmelzbares Fluorkohlenstoffharz), bestehend aus PFA, EPE und FEP, 5 bis 30 Vol.-% Bleimetall mit einer spezifischen Oberfläche von 1000 bis 8500 cm<sup>2</sup>/g in einer mittleren Teilchengröße und zum Rest im wesentlichen aus PTFE, wobei die Gesamtmenge der anderen Komponenten als PTFE 5,5 bis 50 Vol.-% beträgt.

2) Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Gleit- bzw. Schiebematerials bereitgestellt, das durch die Stufen: Imprägnieren und Bedecken der Poren und ihrer Oberfläche, die in einer auf der Oberfläche eines Stützmetalls bzw. einer Metallunterlage gebildeten porösen Metallschicht vorliegen, mit der Imprägnierungsbeschichtungsmasse (a) wie oben unter (1) beschrieben und anschließendes Brennen des Stützmetalls bzw. der Metallunterlage, zusammen mit der genannten Imprägnierungsbeschichtungsmasse (a) in neutraler Atmosphäre oder in reduzierender Atmosphäre gekennzeichnet ist.

3) Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird ein Gleit- bzw. Schiebematerial bereitgestellt, das ein Stützmetall bzw. eine Metallunterlage aufweist, in dem bzw. der auf der Oberfläche eine poröse Metallschicht mit Poren gebildet ist, wobei die Poren und ihre Oberfläche mit der folgenden Imprägnierungsbeschichtungsmasse (b) imprägniert und beschichtet sind.

Die Imprägnierungsbeschichtungsmasse besteht aus:

b) 0,5 bis 30 Vol.-% mindestens eines Materials, ausgewählt aus einer Gruppe A (schmelzbares Fluorkohlenstoffharz), bestehend aus PFA, EPE und FEP, 5 bis 30 Vol.-% Bleimetall mit einer spezifischen Oberfläche von 1000 bis 8500 cm<sup>2</sup>/g in einer mittleren Teilchengröße, 0,5 bis 30 Vol.-% mindestens eines Materials, ausgewählt aus einer Gruppe B (Füllstoff), bestehend aus einem festen Schmiermittel, wie einem Metalloxid, Metallfluorid, Graphit und dergleichen, einem Fasermaterial, wie Kohlenstoff-Fasern, Glasfasern und dergleichen und Keramiken, wie SiC und dergleichen, und zum restlichen Teil im wesentlichen aus PTFE, wobei die Gesamtmenge der anderen Komponenten als PTFE 6 bis 50 Vol.-% beträgt.

4) Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines Gleit- bzw. Schiebematerials bereitgestellt, das durch die Stufen: Imprägnieren und Bedecken der Poren und ihrer Oberfläche, die in einer auf der Oberfläche eines Stützmetalls bzw. einer Metallunterlage gebildeten porösen Metallschicht vorliegen, mit der Imprägnierungsbeschichtungsmasse (b) wie oben unter (3) beschrieben und anschließendes Brennen des Stützmetalls bzw. der Metallunterlage, zusammen mit der genannten Imprägnierungsbeschichtungsmasse (b) in neutraler Atmosphäre oder in reduzierender Atmosphäre gekennzeichnet ist.

Die einzelnen Abkürzungen bedeuten die folgenden Materialien: EPE: Fluorethylen-propylenether-Harz; und FEP: Tetrafluorethylen-hexafluorpropylen-Copolymerharz.

Nachstehend wird die Relevanz der einzelnen Merkmale der Erfindung erläutert:

Was die oben beschriebene Imprägnierungsbeschichtungsmasse a) betrifft, so ist es zuerst von Wichtigkeit, die Masse (a) mit FEP, PFA, ETFE, PVDF, PCTFE und EPE, die als schmelzbare Fluorkohlenstoffharze in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 59-1 03 022 (Kokai) (3) beschrieben werden, zu vergleichen. Eines der wichtigen Merkmale der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß nur PFA, EPE und FEP der oben genannten schmelzbaren Fluorkohlenstoffharze mit PTFE gut verschmolzen werden können und eine Polymerlegierung bilden können.

Nachstehend werden die Gründe für die Begrenzungen der numerischen Werte beschrieben.

Wenn der Anteil des Materials, ausgewählt aus der Gruppe PFA, EPE und FEP, weniger als 0,5 Vol.-% beträgt, dann sind die Verschleißfestigkeit und die Kavitationsfestigkeit erheblich beeinträchtigt. Wenn andererseits der Anteil über 30 Vol.-% hinausgeht, dann werden der Reibungskoeffizient und die Reibungstemperatur erhöht und die entstandene Wärme verflüssigt später die Gleitoberfläche. Aus diesem Grund sind Mengen von mehr als 30% nicht bevorzugt, obgleich hierdurch die Anfangsverschleißfestigkeit verbessert wird. Als Ergebnis wird daher die Menge gemäß den Ansprüchen eingegrenzt. Weiterhin werden die genannten schmelzbaren Fluorkohlenstoffharze mit dem PTFE unter Bildung von Polymerlegierungen gut verschmolzen bzw. versintert. Diese Eigenschaft ist für die Verbesserung der Kavitationsechtigkeit im Schmiermittel, wie besonders in der japanischen Patentschrift 61-52 322 (Kokoku) beschrieben, wichtig. Während die Kavitationsfestigkeit bzw. Kavitationsbeständigkeit der aus der PTFE-Matrix bestehenden Schicht durch Zugabe eines Bleimetallpulvers mit größerer spezifischer Oberfläche stark verschlechtert wird, ist es von Wichtigkeit, daß diese Verschlechterung dadurch verbessert wird, daß die schmelzbaren Fluorkohlenstoffharze zusammen mit dem PTFE eine Polymerlegierung bilden.

Wenn das Bleimetallpulver in PTFE dispergiert ist, dann bewirkt das Bleimetallpulver in günstiger Weise, daß das PTFE auf ein paarendes Element (im allgemeinen aus Stahl oder Edelstahl) des Gleit- bzw. Schiebematerials

übertragen und darauf abgeschieden wird, was Niederreibungs- und -verschleißigenschaften ergeben soll. Diese Erscheinung wird als Stand der Technik in der oben genannten japanischen Patentschrift 39-16 950 (Kokoku) beschrieben.

Trotzdem wird erfindungsgemäß handelsübliches Bleimetallpulver (auf die jeweiligen ähnlichen Größen) klassifiziert und die Pulver unterschiedlicher Größen werden auf verschiedenen Wegen kombiniert, um eine spezifische Oberfläche von 5000 cm<sup>2</sup>/g (Verhältnis der Oberfläche zu Gewicht) bei einer mittleren Teilchengröße zu erhalten. Das erfindungsgemäß angewendete Pulver hat eine spezifische Oberfläche, die zehnmal so groß ist, wie die 500 cm<sup>2</sup>/g des nach dem Stand der Technik verwendeten Materials. Es wird festgestellt, daß dieses Pulver eine stark verminderte Reibung besitzt und weniger verschleißt wird. Dies ist auf die günstigen Effekte, das die obige Übertragung und Abscheidung von PTFE feiner, öfter und wirksamer durchgeführt wurden, zurückzuführen.

Der Grund, warum die spezifische Oberfläche auf 1000 bis 8500 cm<sup>2</sup>/g eingestellt wird, besteht darin, daß bei Werten von weniger als 1000 cm<sup>2</sup>/g die Reibungs- und Verschleißigenschaften ähnlich dem Stand der Technik sind. Wenn andererseits ein Metallpulver mit einer spezifischen Oberfläche von mehr als 8500 cm<sup>2</sup>/g verwendet wird, dann ist die technische Herstellung bzw. Verarbeitung schwierig.

Bei Additivmengen von mehr als 30 Vol.-% ist es schwierig, selbst bei Zusatz eines schmelzbaren Fluorkohlenstoffharzes, die kavitationsfesten Eigenschaften zu halten. Andererseits können Additivmengen von weniger als 5 Vol.-% die notwendigen Reibungs- und Verschleißigenschaften nicht ergeben. Daher wird der Anteil des Additivs auf 5 bis 30 Vol.-% eingestellt. Das Bleimetallpulver wird durch Gaszerstäubung, Wasserzerstäubung oder Stempelmahlen hergestellt.

Die Zugabe von mindestens einem Material, ausgewählt aus einem festen Schmiermittel, wie einem Metalloxid, Metallfluorid, Graphit, MoS<sub>2</sub>, WS<sub>2</sub>, PbS und dergleichen, von einem Fasermaterial, wie Kohlenstoff-Fasern und dergleichen und von Keramiken, wie SiC, verbessert die Reibungs- und Verschleißigenschaften. Wenn jedoch die Menge eines aus der obigen Gruppe ausgewählten Materials weniger als 0,5 Vol.-% beträgt, dann wird keine Verbesserung der Reibungs- und Verschleißigenschaften erzielt. Andererseits, führt die Zugabe des obigen Materials in Mengen von mehr als 30 Vol.-% zu Brüchigkeit des Gleit- bzw. Schiebematerials, so daß es für die Praxis nicht geeignet ist. Das obige Material muß daher im Bereich von 0,5 bis 30 Vol.-% gehalten werden.

Das Metalloxid schließt Oxide eines einzigen Elements, ausgewählt aus Zn, Al, Sb, Y, In, Zr, Mo, Cd, Ca, Ag, Cr, Co, Ti, Si, Mn, Sn, Ce, W, Bi, Ta, Fe, Cu, Pb, Ni, Te, Nb, Pt, V, Pd, Mg, Li und zusammengesetzte Metalloxide, wie CoO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>—ZnO<sub>2</sub>, PbO—TiO<sub>2</sub>, CoO—SnO<sub>2</sub>, MgO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>—SiO<sub>2</sub>, CoO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—MgO, CoO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CoO—ZnO—MgO, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>—Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—TiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—TiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—CuO—MnO<sub>2</sub>, CoO—Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CoO—ZnO<sub>2</sub>—NiO<sub>2</sub>—TiO<sub>2</sub>, CoO—Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—MnO<sub>2</sub>—Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; ein. Das Metallfluorid schließt PbF<sub>2</sub>, AlF<sub>3</sub>, CdF<sub>2</sub>, BaF<sub>2</sub> und dergleichen ein. Das Fasermaterial schließt Naturfasern und Kunstfasern, wie Kohlefasern, Glasfasern, Baumwolle-(Cellulose)-Fasern, Asbest, Steinwolle, Kaliumtitanatfasern, aromatische Polyamidfasern und dergleichen ein. Die Keramiken schließen SiC, TiC, TiN, B<sub>4</sub>C, BN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, AlN, HfN, TaN, WC, TaC, VC, ZrC und dergleichen ein.

Es ist zu beachten, daß das erfindungsgemäß verwendete Bleimetallpulver reines Pb-Pulver ist, das metallurgisch hergestellt werden kann. Das Bleimetallpulver hat, wie es im allgemeinen bei jedem üblichen Metall der Fall ist, eine oxidierte Außenoberfläche, ist daher grau oder schwarz, wenn es von der Außenseite betrachtet wird. Der Schmelzpunkt beträgt 327°C.

Das grobkörnige Bleimetall in der Oberflächenschicht ist in einer Masse enthalten, die hauptsächlich aus PTFE zusammengesetzt ist. Da aber das PTFE aus kleinen Teilchen in einer Brennstufe zusammengesetzt ist, hat die Masse Permeabilität und das Bleimetall wird gegenüber einer Oxidation empfindlich. Bei Durchführung von Reibungs- und Verschleißtests unter Verwendung eines Gleit- bzw. Schiebeelements, das mit vollständig oxidiertem Blei gefüllt war, waren die technologischen Eigenschaften und die Kavitationsfestigkeit schlechter als bei dem erfindungsgemäßen Gleit- bzw. Schiebeelement. Vermutlich ist dies auf eine schlechtere Benetzungseigenschaft zwischen PTFE und Bleioxid zurückzuführen.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren ist daher dadurch charakterisiert, daß das Brennen in einer nichtoxidierenden Atmosphäre durchgeführt wird, um die teilweise Oxidation des Gleit- bzw. Schiebeelements zu verhindern.

Die Erfindung wird in den Beispielen erläutert:

#### Beispiele

Bronzepulver wurde porös auf ein kupferplattiertes Stahlstützmetall aufgesintert. Danach wurden die Poren mit den in Tabelle 1 angegebenen Imprägnierungsbeschichtungsmassen imprägniert und die Oberfläche der obigen porösen Bronzeschicht wurde mit der genannten Masse beschichtet, indem das Stützmetall, das mit dem Bronzepulver versintert worden war, durch Walzen geleitet wurde.

Danach wurde das Stahlstützmetall in einer üblichen Atmosphäre oder in einer nichtoxidierenden Atmosphäre bei einer Temperatur von 327 bis 400°C gebrannt. Dann wurde es durch Walzen geleitet, um zu einer gleichförmigen Dicke verformt zu werden. Auf diese Weise wurden herkömmliche Gleit- bzw. Schiebematerialien (Probekörper Nr. 1 bis 4) und erfindungsgemäße Gleit- bzw. Schiebematerialien (Probekörper 5 bis 17) hergestellt.

In Tabelle 1 sind die Testergebnisse dieser Probekörper zusammengestellt. Die Tabellen 2 und 3 zeigen die Testbedingungen.

Es ist darauf hinzuweisen, daß das erfindungsgemäß verwendete Stützmetall auch ein anderes Metall als Stahl sein kann, z. B. Edelstahl oder eine Kupferlegierung, wie Bronze, sein kann. Weiterhin braucht keine Plattierung zwischen das Stützmetall und die poröse Schicht aufgebracht zu werden. Ein anderes Metall, wie Kupfer oder

eine andere Legierung kann dazwischen plattiert werden. Die auf dem Stützmetall gebildete poröse Schicht kann aus einem anderen Metall oder einer anderen Legierung als Kupfer bzw. Kupferlegierung bestehen, beispielsweise aus Bronze, Bleibronze und dergleichen.

Der Grund, warum das Brennen in einer neutralen Atmosphäre oder in einer reduzierenden Atmosphäre durchgeführt wird, liegt darin, die Oxidation des Bleipulvers in der Imprägnierungsbeschichtungsmasse beim Brennen zu verhindern.

Tabelle 1

	Probe- körper Nr.	Imprägnierungs- beschichtungsmasse  (Vol.-%)	Spezifische Oberfläche des Blei- metalls oder des Bleioxids (cm <sup>2</sup> /g)	Ergebnis der Reibungs- und Verschleißtests		Testergebnisse der Kavita- tionsfestigkeit  Volumen- reduktion (mm <sup>3</sup> )	
				Ausmaß des Ver- schleißes (µm)	Reibungs- koeffizient		
Herkömmliches Gleit- bzw. Schiebmaterial	1	PTFE-20Pb	500	50	0,143	20	20
	2	PTFE-20PbO	1500	45	0,195	45	
	3	PTFE-10PFA		80	0,270	2	
	4	PTFE-10PFA-20Pb	500	45	0,200	10	
Erfindungs- gemäßes Gleit- bzw. Schiebmaterial	5	PTFE-2PFA-20Pb	5000	25	0,130	21	25
	6	PTFE-10-PFA-20Pb	5000	23	0,133	15	
	7	PTFE-20EPE-20Pb	5000	21	0,137	12	
	8	PTFE-30FEP-20Pb	5000	19	0,140	9	30
	9	PTFE-5PFA-5FEP-5Pb	3000	30	0,120	8	
	10	PTFE-5PFA-5FEP-10Pb	3000	27	0,125	10	
	11	PTFE-5PFA-5FEP-20Pb	3000	25	0,130	12	35
	12	PTFE-5PFA-5FEP-30Pb	3000	23	0,133	14	
	13	PTFE-10PFA-20Pb	1000	27	0,127	10	
	14	PTFE-10-PFA-20Pb	7000	19	0,137	19	40
	15	PTFE-10-PFA-5Pb-2PbF <sub>2</sub>	5000	27	0,127	12	
	16	PTFE-10-PFA-10Pb- 10-Kohlenstoffasern	5000	24	0,129	14	
	17	PTFE-10-PFA-20Pb- 15-PbO-TiO <sub>2</sub> -3MoS <sub>2</sub>	5000	18	0,132	18	45

Tabelle 2  
Testbedingungen der Reibungs- und Verschleißtests

Verwendete Testvorrichtung	Bush-Tester	55
Probekörper Größe	Innendurchmesser 20 mm × Außendurchmesser 23 mm × Länge 20 mm	
Last	50 Kp/cm <sup>2</sup>	60
Geschwindigkeit	0,1 m/sec	
Zeit	500 h	65
Temperatur	Raumtemperatur	
Schmierung	keine	
Achse	Weichstahl 220 Hv Oberflächenrauigkeit 3,0 µm Rmax	

Tabelle 3  
Testbedingungen des Kavitationsfestigkeitstests

Verwendete Testvorrichtung	Kavitationstester
5 Probekörper Größe	Longitudinallänge 40 × Seitenlänge 40 × Dicke 1,5 (mm)
Resonanzfrequenz	19 kHz
Abgabeleistung	600 W
Für den Test verwendete Flüssigkeit	Wasser
10 Temperatur der Testflüssigkeit	Raumtemperatur
Spalt zwischen dem Wetzstein und dem Probekörper	1 mm
Durchmesser des Wetzsteins	35 mm
Testzeit	3 min

15 Aus Tabelle 1 wird ersichtlich, daß beim Vergleich der herkömmlichen Gleit- bzw. Schiebematerialien (Probekörper 1 bis 4) mit den erfindungsgemäßen Gleit- bzw. Schiebematerialien (Probekörper 5 bis 17) die Reibungs- und Verschleißigenschaften der letztgenannten Materialien stark verbessert worden sind und daß ihre Kavitationsfestigkeit im Schmiermittel im wesentlichen gleich oder besser ist als diejenige des herkömmlichen Gleit- bzw. Schiebematerials (Probekörper Nr. 1) ohne Volumenreduktion als Ergebnis der Zugabe eines schmelzbaren Fluorkohlenstoffharzes. Dies trotz der Tatsache, daß ein Bleimetallpulver mit einer relativ großen spezifischen Oberfläche zugegeben wird.

20 Zusammenfassend kann daher festgestellt werden, daß erfindungsgemäß Gleit- bzw. Schiebematerialien mit verbesserten Reibungs- und Verschleißigenschaften bereitgestellt werden.

#### 25 Patentansprüche

1. Gleit- bzw. Schiebematerial mit einem Stützmetall bzw. einer Metallunterlage, das bzw. die eine auf der Oberfläche gebildete poröse Metallschicht aufweist, in der Poren definiert sind bzw. vorliegen, wobei die Poren und ihre Oberfläche mit einer Imprägnierungsbeschichtungsmasse imprägniert und beschichtet sind, wobei

die Imprägnierungsbeschichtungsmasse aus:

35 a) 0,5 bis 30 Vol.-% mindestens eines Materials ausgewählt aus einer Gruppe A (schmelzbares Fluorkohlenstoffharz), bestehend aus PFA, EPE und FEP, 5 bis 30 Vol.-% Bleimetall und zum Rest im wesentlichen aus PTFE besteht, wobei die Gesamtmenge der anderen Komponenten als PTFE 5,5 bis 50 Vol.-% beträgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bleimetall eine spezifische Oberfläche von 1000 bis 8500 cm<sup>2</sup>/g in einer mittleren Teilchengröße aufweist.

2. Verfahren zur Herstellung eines Gleit- bzw. Schiebematerials, gekennzeichnet durch die Stufen: Imprägnieren und Bedecken der Poren und ihrer Oberfläche, die in einer auf der Oberfläche eines Stützmetalls bzw. einer Metallunterlage gebildeten porösen Metallschicht vorliegen, mit der Imprägnierungsbeschichtungsmasse (a) nach Anspruch 1 und anschließendes Brennen des Stützmetalls bzw. der Metallunterlage, zusammen mit der genannten Imprägnierungsbeschichtungsmasse (a) in neutraler Atmosphäre oder in reduzierender Atmosphäre.

3. Gleit- bzw. Schiebematerial mit einem Stützmetall bzw. einer Metallunterlage, das bzw. die eine auf der Oberfläche gebildete poröse Metallschicht aufweist, in der Poren definiert sind bzw. vorliegen, wobei die Poren und ihre Oberfläche mit einer Imprägnierungsbeschichtungsmasse imprägniert und beschichtet sind, wobei

die Imprägnierungsbeschichtungsmasse aus:

50 b) 0,5 bis 30 Vol.-% mindestens eines Materials, ausgewählt aus einer Gruppe A (schmelzbares Fluorkohlenstoffharz), bestehend aus PFA, EPE und FEP, 5 bis 30 Vol.-% Bleimetall, 0,5 bis 30 Vol.-% mindestens eines Materials, ausgewählt aus einer Gruppe B (Füllstoff), bestehend aus einem festen Schmiermittel, wie einem Metalloxid, Metallfluorid, Graphit und dergleichen, einem Fasermaterial, wie Kohlenstoff-Fasern, Glasfasern und dergleichen und Keramiken, wie SiC und dergleichen, und zum restlichen Teil im wesentlichen aus PTFE besteht, wobei die Gesamtmenge der anderen Komponenten als PTFE 6 bis 50 Vol.-% beträgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bleimetall eine spezifische Oberfläche von 1000 bis 8500 cm<sup>2</sup>/g in einer mittleren Teilchengröße aufweist.

4. Verfahren zur Herstellung eines Gleit- bzw. Schiebematerials, gekennzeichnet durch die Stufen: Imprägnieren und Bedecken der Poren und ihrer Oberfläche, die in einer auf der Oberfläche eines Stützmetalls bzw. einer Metallunterlage gebildeten porösen Metallschicht vorliegen, mit der Imprägnierungsbeschichtungsmasse (b) nach Anspruch 3 und anschließendes Brennen des Stützmetalls bzw. der Metallunterlage, zusammen mit der genannten Imprägnierungsbeschichtungsmasse (b) in neutraler Atmosphäre oder in reduzierender Atmosphäre.